بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه تفرش

دانشکده مهندسی عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

آنالیز احتمالاتی دیوارهای حائل انعطاف پذیر(سپری ها)

استاد راهنما:

آقاي دكتر ناصر عرفاتي

دانشجو:

سيد مهدی موسوی قرابایی

۱۳۹۲

تاریخ : ۱۳۹۲/۰۴/۰۵
شماره: ۴۹۰/۵۲۹
پیوست: .....

دانشگاه تفرش

مدیریت تحصیلات تکمیلی

صورتجلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد

نام و نام خانوادگی: سید مهدی موسوی قرابایی شماره دانشجویی :۸۹۳۱۴۲۰۰۳ دانشکده: مهندسی عمران

رشته تحصیلی/گرایش : مهندسی عمران/ مکانیک خاک و پی

عنوان پروژه: آنالیز احتمالی دیوارهای حائل انعطاف پذیر

تعداد واحد: ۶ تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۰۸/۲۳ تاریخ دفاع: ۱۳۹۲/۰۴/۰۴

نمره نهایی به عدد : ۲۰ به حروف : بیست

نام و نام خانوادگی	سمت	رتبه	محل اشتغال	محل امضا
دکتر ناصر عرفاتی	استاد راهنمای اول	استادیار	دانشگاه تفرش	
-	استاد راهنمای دوم		-	
-	استاد مشاور		-	
دکتر افشین مصلحی تبار	داور داخلی	استادیار	دانشگاه تفرش	
دکتر علی سنایی راد	داور خارجی	استادیار	دانشگاه اراک	
دکتر افشین مصلحی تبار	نماینده تحصیلات تکمیلی	استادیار	دانشگاه تفرش	

دانشگاه تفرش
امضاء
تاریخ
مهندسی عمران و محیط زیست

رئیس دانشکده: دکتر افشین مصلحی تبار

معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه : دکتر علی پارسیان

امضاء:

تاریخ:

مهر:

اداره کل تحصیلات تکمیلی

تقدیم به پدر و مادرم بپاس سالها محبت و تلاش و ایثارشان،

و تقدیم به همسرم که پا به پای من در تک تک لحظات بوده است.

با تشکر و قدردانی فراوان از زحمات ارزشمند و بی دریغ استاد گرانقدر **جناب آقای دکتر ناصر عرفاتی** و مهندس بزرگوار جناب آقای **میلاد گل پور** و تمامی عزیزانی که در این راه همراهیم کردند...

دانشگاه تفرش

دانشکده ی مهندسی عمران

چکیده ی پایان نامه ی کارشناسی ارشد با عنوان

تحلیل احتمالاتی دیوارهای حائل انعطاف پذیر(سپری ها)

استاد راهنما: دکتر ناصر عرفاتی

ارائه دهنده :سید مهدی موسوی قرابایی 893142003

چکیده:

روشهای مختلفی برای تحلیل و طراحی انواع مختلف شیروانیها وجود دارد که هر کدام دارای مزایا و کاستیهایی هستند . تحلیلهایی که از مقادیر یکتا برای پارامترهای ورودی استفاده میکنند، روشهای قطعی نامیده میشوند .اما به دلیل وجود عدم قطعیت در ویژگیهای مصالح و در اندازه گیری این ویژگیها، به خدمت گرفتن روشهای آماری در تحلیل و طراحی سپری ها میتواند بسیار مفیدباشد .در تحلیلهای قطعی این عدم قطعیتها در نظر گرفته نمیشوند .در تحلیلهای احتمالاتی، برای پارامترها و ویژگیهای ورودی، دامنه ای از مقادیر در نظر گرفته میشود و در نتیجه پارامترهای خروجی بدست آمده از تحلیلها نیز دارای یک مقدار واحد نخواهند بود و بنابراین نتایج حاصل از این تحلیلها به دلیل در نظر گرفتن عدم قطعیتها به واقعیت نزدیکتر است و شانس موفقیت طراحی را افزایش میدهند.

در این پژوهش یک نمونه شیت پایل ،با روشهای عددی و احتمالاتی با استفاده از نرم افزارهای Phase 2، Plaxis 2D و @Risk مورد تحلیل قرار گرفته و نتایج حاصل از این تحلیل ها با یکدیگر مقایسه میگردند.نشان داده میشود که نتایج حاصل از تحلیلهای احتمالاتی به ویژه تحلیلهای شبیه سازی احتمالاتی از جمله لاتین هایپرکیوب انطباق خوبی با رفتار واقعی سپری دارند.

کلید واژه ها:

تحلیل سپری،تحلیل احتمالاتی،شاخص اطمینان،احتمال لغزش، Phase2 ، Plaxis 2D ، @Risk

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ بیان مسئله ۱

۱-۳ اهداف پژوهش ۲

۱-۴ فصل های مختلف پژوهش ۲

فصل دوم: مروری بر سپرها و روش های تحلیل آن ها

۲-۱ مقدمه ۴

۲-۲-شیوه های سنتی تحلیل و طراحی شیت پایلها ۶

۲-۲-۱ تحلیل و احداث دیوارهای حایل با سپرکوبی ۶

۲-۲-۱-۱ سپرهای طره ای ۸

۲-۲-۱-۲ سپرهای مهار شده ۱۵

۲-۲-۲ تحلیل و طراحی ترانشه های مهار شده (خاکبرداری در پناه سازه نگهبان) ۲۲

۲-۲-۲-۱ فشار جانبی در ترانشه های مهار شده ۲۳

۲-۲-۲-۲- طراحی اجزای مختلف سازه نگهبان ۲۶

۲-۳-شیوه ی تحلیل اجزای محدود ۲۹

۲-۴-شیوه های احتمالاتی ۳۰

۲-۴-۱- مروری بر مطالعات گذشته ۳۱

فصل سوم: مرور مختصر واژه ها و مفاهیم احتمال و اطمینان

۳-۱ مقدمه ۳۳

۳-۲ اصول تحلیل اطمینان ۳۳

۳-۲-۱ احتمال خرابی ۳۳
۳-۲-۲ زمینه های تحلیل اطمینان ۳۴
۳-۲-۳ محدودیتهای تحلیل اطمینان مهندسی ۳۴
۳-۲-۳-۱ صحت اندازه های احتمالاتی..... ۳۴
۳-۲-۳-۲ واسنجی روش ها ۳۵
۳-۳ شاخص اطمینان ۳۵
۳-۴ صحت شاخص اطمینان ۳۵
۳-۵ مدل ظرفیت-مورد نیاز ۳۵
۳-۶ مراحل تحلیل اطمینان با استفاده از مدل ظرفیت- مورد نیاز ۳۶
۳-۷ متغیرهای تصادفی ۳۷
۳-۷-۱ توصیف ۳۷
۳-۷-۲ گشتاورهای متغیرهای تصادفی ۳۷
۳-۷-۲-۱ مقدار میانگین ۳۷
۳-۷-۲-۲ مقدار مورد انتظار (امید ریاضی) ۳۸
۳-۷-۲-۳ میانه (Median) ۳۸
۳-۷-۲-۴ واریانس ۳۸
۳-۷-۲-۵ انحراف معیار ۳۹
۳-۷-۲-۶ ضریب تغییر ۳۹
۳-۷-۳ قانون شش سیگما ۳۹
۳-۷-۴ همبستگی ۴۰
۳-۷-۵ همبستگی فضایی ۴۱
۳-۸ توزیع های احتمال ۴۱
۳-۸-۱ تعریف ۴۱
۳-۹ برآورد توزیع های احتمالاتی ۴۱

۳-۹-۱ توزیع نرمال ۴۲
۳-۹-۲ توزیع نرمال لگاریتمی ۴۲
۳-۱۰ محاسبه ی شاخص اطمینان ۴۳
۳-۱۱ انتگرال گیری از تابع عملکرد ۵۱
۳-۱۱-۱ شیوه ی سری های تیلور ۵۱
۳-۱۱-۱-۱ متغیرهای تصادفی مستقل ۴۶
۳-۱۱-۱-۲ متغیرهای تصادفی همبسته ۵۱
۳-۱۱-۲ شیوه ی برآورد نقطه ای ۵۱
۳-۱۱-۲-۱ متغیرهای تصادفی مستقل ۵۱
۳-۱۱-۲-۲ متغیرهای تصادفی همبسته ۵۱
۳-۱۱-۳ شبیه سازی مونت کارلو ۵۱
۳-۱۲ تعیین احتمال خرابی ۵۱
۳-۱۳ اطمینان کلی سامانه ۵۲
۳-۱۳-۱ سامانه ی سری ۵۲
۳-۱۳-۲ سامانه ی موازی ساده ۵۲
۳-۱۳-۳ سامانه های سری موازی ۵۱
۳-۱۳-۴ یک رهیافت عملی ۵۱
۳-۱۴ نشانه های اطمینان مقصود ۵۱
۳-۱۵ پهنه های تصادفی ۵۲
۳-۱۵-۱ پهنه های تصادفی با ابعاد بالاتر ۵۴

فصل چهارم: شیوه های تحلیل احتمالاتی در مسائل ژئوتکنیک

۴-۱ مقدمه ۵۶
۴-۲ منابع و انواع عدم قطعیت ۵۶

۴-۲-۱ عدم قطعیت در بارگذاری ۵۹
۴-۲-۲ عدم قطعیت در مقادیر پارامترها ۵۹
۴-۲-۳ عدم قطعیت در مدل های تحلیلی ۵۹
۴-۲-۴ عدم قطعیت در عملکرد ۶۱
۴-۲-۵ مدهای عملکرد بدون حالت های حدی تعریف شده ۶۱
۴-۲-۶ فراوانی و شدت تغییرات فیزیکی یا رویدادهای خرابی ۶۲
۴-۲-۷ چگونگی مشخصات ناشناخته ۶۲
۴-۲ توصیف عدم قطعیت در پارامترهای ژئوتکنیکی ۶۲
۴-۴ ابزارهای تحلیل احتمالاتی ۶۴
۴-۴-۱ شیوه های اطمینان گشتاور دوم مرتبه ی اول ۶۴
۴-۴-۱-۱ شاخص اطمینان ۶۵
۴-۴-۱-۲ احتمال خرابی یا عملکرد نامطلوب ۶۷
۴-۴-۱-۳ شیوه ی مقدار میانگین سری های تیلور ۶۷
۴-۴-۱-۴ شیوه ی برآورد نقطه ای ۶۸
۴-۴-۱-۵ شیوه ی هاسوفر-لیند (Hasofer-Lind) ۶۸
۴-۴-۲ شیوه های اطمینان مرتبه اول و دوم (FORM و SORM) ۶۹
۴-۴-۳ شبیه سازی مونت کارلو ۷۲
۴-۴-۴ نکاتی در مورد استفاده و معنای β یا Pru ۷۴
۴-۴-۴-۱ پتانسیل چشم پوشی از برخی مدهای عملکرد ۷۴
۴-۴-۴-۲ مفهوم فیزیکی احتمال خرابی برای سازه های موجود ۷۴
۴-۴-۴-۳ فقدان بعد زمان در شیوه های FOSM ۷۵
۴-۴-۵ شیوه های اطمینان بر پایه ی فرکانس ۷۵
۴-۴-۶ مقادیر محتمل تعیین شده به طور ذهنی ۷۵
۴-۵ موضوعات ویژه در مهندسی ژئوتکنیک ۷۵

۴-۵-۱ برخی جنبه های منحصر به فرد در مسائل ژئوتکنیکی ۷۵
۴-۵-۲ پارامترهای مقاومتی از آزمایش های سه محوری ۷۶
۴-۵-۳ موضوع های جسم آزاد و سطح لغزش بحرانی در تحلیل پایداری شیروانی ۷۶
۴-۵-۴ کاربرد نظریه ی همبستگی فضایی در تحلیل پایداری شیروانی و تراوش ۷۷
۴-۵-۵ کاربرد نظریه ی همبستگی فضایی در سازه های خاکی طولانی ۷۷
۴-۶ تحلیل یک نمونه دیوار حائل کانتیلور به روش احتمالاتی با متد مونت کارلو ۷۸
۴-۶-۱ احتمالات شکست مدال ۸۱
۴-۶-۲ بهینه سازی طراحی ۸۳
۴-۶-۳ متغیرهای تصادفی ۸۴
۴-۶-۳-۱ تغییرات فضایی ۸۴
۴-۶-۳-۲ ارتباط عرضی متغیرها ۸۴
۴-۶-۳-۳ تابع توزیع احتمال ۸۵
۴-۶-۴ انجام تحقیقات مونت کارلو ۸۵
۴-۶-۵ نتایج و بحث ها ۸۶
۴-۶-۵-۱ ارجاعی به آنالیز سنتی (قطعی) ۸۶
۴-۶-۵-۲ احتمالات مدال شکست (تحقیقات برای $L_H = 3m$ ۸۷
۴-۶-۵-۳ بخش پیرامون استقلال مدهای ناپایداری ۸۸
۴-۶-۵-۴ اطمینان سازه ۹۰
۴-۶-۵-۵ بهینه سازی (اقتصادی) طراحی ۹۱

فصل پنجم: مطالعه و تحلیل سپری نمونه ی مقیاس کامل دانشگاه کارلسروهه به روش های سنتی و احتمالاتی

۵-۱ مقدمه ۹۳
۵-۲ اطلاعات ژئوتکنیکی ۹۴

۵-۳ اطلاعات شیت پایل اجرا شده ۹۵
۵-۴ اطلاعات استرات اجرا شده ۹۵
۵-۵ نتایج تحلیل شیت پایل مورد مطالعه با شیوه های مختلف ۹۵
۵-۵-۱ نتایج تحلیل با شیوه ی FEM- Phi-C Reduction ۹۶
۵-۵-۲ نتایج تحلیل با شیوه ی FEM-SSR ۱۰۰
۵-۵-۳ شیوه ی احتمالاتی FEM- SSR- PEM ۱۰۸
۵-۵-۴ شیوه ی FEM-SSR-Monte Carlo ۱۰۹
۵-۵-۴-۱ نتایج با ضریب هم بستگی ۰.۵- بین C و φ ۱۱۰
۵-۵-۴-۲ نتایج با ضریب هم بستگی صفر بین C و φ ۱۱۱
۵-۵-۵ شیوه ی FEM- SSR-Latin Hypercube ۱۱۱
۵-۵-۵-۱ نتایج ضریب هم بستگی ۰.۵- بین C و φ ۱۱۱
۵-۵-۵-۲ نتایج با ضریب هم بستگی ۰ بین C و φ ۱۱۲
۵-۶ صحت سنجی روش عددی ۱۱۲

فصل ششم: نتایج و پیشنهادها

نتایج و پیشنهادها ۱۱۹

منابع

منابع و مراجع ۱۲۳

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

سپرها نوعی دیوار حائل هستند که اغلب برای احداث دیوارهای و یا سازه های موقت (نظیر مهاربندی ترانشه ها) مورد استفاده قرار می گیرند. مزیت سپر بر دیوارهای حایل، عدم نیاز به تمهیدات خاص در محل اجراست و سپرها حتی در داخل آب هم قابل اجرا هستند.[۱]

طراحی سپری دارای مراحل مختلفی است. عوامل موثر در طراحی سپریها جنس خاک(ماسه ای یا رسی)، فشارهای وارده به سپری،لنگرهای وارده،نیروها ی برشی و... میباشند. عموما برای طراحی سپری باید مراحل زیر را اجرا کرد:[۳]

– اندازه گیری دقیق توزیع فشار اطراف سپری با توجه به خاک،آب، بارهای گسترده و منفرد به وسیله به جداول و فرمولهای موجود.

– بدست آوردن عمق نفوذ شیت پایل با توجه به توزیع فشار (طراحی مربوط به جلوگیری از چرخش سپری)

– اندازه گیری لنگر ماکزیمم و طراحی سازه ای

– طراحی نگهدارنده در صورت لزوم با در نظر گرفتن نوع و پیش تنیده بودن یا نبودن آنها (طراحی مربوط به جلوگیری از چرخش)

– اجرای تحلیلهای مربوط به شیروانی (برای اطمینان در مقابل خرابی لغزش سپری)

در خیلی از حالات لازم میشود ایمنی یک سپری توسط مهندس کنترل گردد که به این روند تحلیل سپری گفته میشود.

۱-۲ بیان مسئله

اهمیت اجرای صحیح سپریها بسیار حیاتی است. بسیاری از سپریها برای محافظت سازه های دیگری با اهمیت بالا همچون سایتهای اجرای پی، جاده ها و بزرگراهها و سازه های در مجاورت آب ساخته میشوند تا خطر زمین لغزش و آسیبهای مالی و جانی را از بین ببرند.بنابر این بسیار مهم است که چه در هنگام طراحی و چه در طول عمر این سازه ها با انجام تحلیلهایی دقیق میزان اطمینان سازه بررسی گردد.

۱-۳ اهداف پژوهش

برای طراحی و آنالیز دیوارهای حائل روش های متعددی از دیرباز مورد استفاده قرار گرفته اند که از جمله ی آن ها می توان به روش های ناتاراج و هادلی، پک، روش ساده شده ی نمودار فشار و ... اشاره کرد.
تحلیل های مرسوم سپریها، شیوه هایی قطعی هستند به این معنا که فرض میشود که تمام متغیرهای مقادیر ویژه ای داشته باشند. شیوه های احتمالی علم قطعیت های در مقادیر متغیرها را در نظر می گیرد و تأثیرات این عدم قطعیت ها را بر مقادیر محاسبه شده ی FS ارزیابی می کنند.
دو دلیل اصلی وجود دارد که روشهای احتمالاتی را برتر از روشهای قطعی کرده است :

- نمیتوان با اتکا به این که ضریب اطمینان بالاست به طرح مطمئن بود. بالا بودن ضریب اطمینان موجب کم شدن احتمال خرابی نیست.
- هزینه ی اولیه این تحلیل ها بالاتر است اما سودی که از کاهش هزینه ها و به حداقل رسیدن هزینه ی عواقب خرابی بدست می آید هزینه ی اولیه را کاملا پوشش میدهد .

استفاده از روشهای احتمالاتی نظیر روش **FOSM** (مانند روش سریهای تیلور، روش برآورد نقطه ای)، **FORM** ، **SORM** ، شبیه سازی مونت کارلو ، شبیه سازی لاتین هایپرکیوب این کاستی را به خوبی رفع میکند. روشهای احتمالاتی سبب میشود، عدم قطعیت در پارامترهای ژئوتکنیکی مدنظر قرار گیرد .روشهای احتمالاتی به دو دسته ی تحلیلی و شبیه سازی تقسیم میشوند که روش شبیه سازی ساده تر است. این روشها، از مفهوم شاخص اطمینان و احتمال لغزش برای ارزیابی پایداری یا ناپایداری سپری استفاده میکنند .
هر شیوه، مزایا و کمبودهای خود را دارد و شیوه های پیچیده تر اغلب اطلاعات مفیدتری درباره ی پیامدهای ممکن یک مسئله فراهم می نمایند.
روش های احتمالاتی می توانند به همراه شیوه های پایداری تعادل حدی مورد استفاده قرار گیرند، بدین صورت که از مفاهیم آماری و احتمالاتی برای تسریع متغیر بودن پارامترهای انتخاب شده استفاده می کنند مزیت این روش تأکید بر عدم قطعیت هایی است که در تحلیل های پایداری وجود دارند.
از طرفی، از روشهای عددی نظیر تفاضل محدود و اجزا محدود نیز با تکنیک کاهش مقاومت برشی برای تحلیل پایداری سپری ها استفاده شده است .(در این روشها، نیازی به فرض شکل و نوع خرابی وجود ندارد)بنابراین این روشها از شیوه های تعادل حدی صرف برترند؛ زیرا کاستی شیوه های تعادل حدی را ندارند .اما این روشها به دلیل استفاده از پارامترهای درونداد قطعی و میانگین دارای کاستی هستند.
با توجه به مطالب ذکر شده میتوان نتیجه گرفت که تحلیل پایداری سپری ها با استفاده از روشهای عددی -احتمالاتی، میتواند کاملترین روش تحلیل پایداری سپری ها تا به امروز محسوب گردد.

۱-٤ فصل های مختلف پژوهش

در این پایان نامه، فصل دوم شامل مروری بر سپرها و روش های تحلیل آن ها است.
در فصل سوم، مرور مختصر واژه ها و مفاهیم احتمال و اطمینان است.
در فصل چهارم، شیوه های مدلسازی احتمالاتی مورد بررسی قرار گرفته اند.

در فصل پنجم، سپری نمونه دانشگاه کارلسروهه به روشهای زیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است:

۱- شیوه ی FEM-Phi-C Reduction با نرم افزار Plaxis ۲D

۲- شیوه ی FEM- SSR با نرم افزار Phase۲

۳- شیوه ی تحلیلی احتمالاتی FEM- SSR- PEM به صورت دستی

۴- شیوه ی شبیه سازی احتمالاتی FEM- SSR- Monte Carlo با استفاده از نرم افزارهای Risk@و Phase۲

۵- شیوه ی شبیه سازی احتمالاتی FEM- SSR- Latin Hypercube با استفاده از نرم افزارهای Risk@و Phase۲

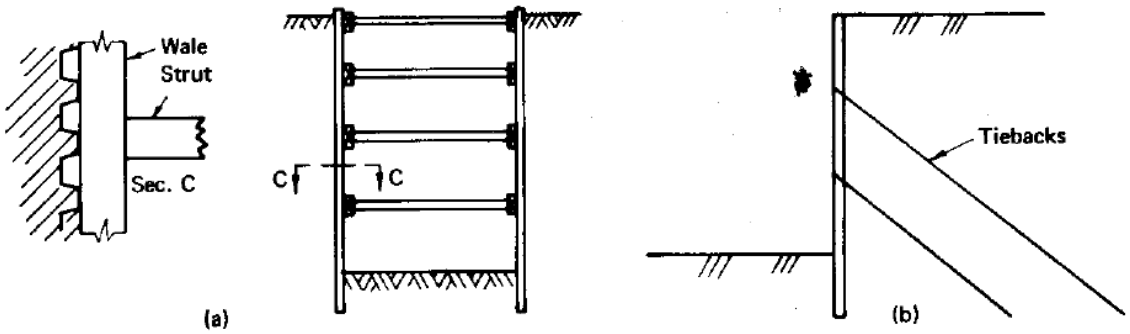
در فصل ششم نتایج و پیشنهادها ارائه شده است.

فصل دوم

مروری بر سپرها و روش های تحلیل آن ها

۲-۱ مقدمه

سپرها[۱] نوعی دیوار حائل هستند که اغلب برای احداث دیوارهای ساحلی (شکل ۲-۱- الف) و یا سازه هـای موقـت (نظیـر مهاربندی ترانشه ها (شکل ۲-۱- ب) مورد استفاده قرار می گیرند. مزیت سپر بر دیوارهای حایل، عدم نیاز به تمهیدات خاص در محل اجراست و سپرها حتی در داخل آب هم قابل اجرا هستند.



شکل۲-۱-مثالهایی از موارد کاربرد سپرها(الف)سازه ی نگهبان ترانشه با جدار قائم (ب)دیوارهای ساحلی

سپرها دارای انواع مختلف هستند که عبارتند از (الف) سپرهای چوبی، (ب) سپرهای بتنی پیش ساخته و (پ) سپرهای فـولادی. سپرهای آلومینیومی نیز برای حالات خاص ساخته می شوند.

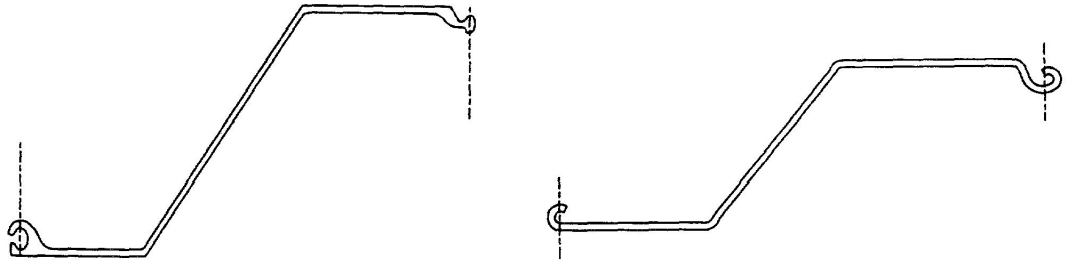
از سپرهای چوبی فقط در مورد سازه های موقت سبک که در بالای سطح آب قرار دارند، استفاده می شود. دو نـوع سـپر چـوبی وجود دارد. الوارهای چوبی ساده[۲] و الوارهای چوبی مرکب[۳]، الوارهای چوبی دارای ابعاد ۳۰۰×۵۰۰ میلیمتر در مقطع مـی باشـند و

[۱] - sheet pile
[۲] - plank
[۳] - wake field pile

به صورت لبه های مماس بر هم در داخل زمین کوبیده می شوند. الوارهای چوبی مرکب، از میخ کردن سه الوار ساده بـه دسـت می آیند که الوار وسطی نسبت به دو الوار دیگردر حدود ۵۰ تا ۷۵ میلیمتر جا به جا شده است.

سپرهای بتنی پیش ساخته بسیار سنگین هستند و به منظور مقابله با نیروهای ایجاد شده در آن ها در حـین حمـل و نقل، کوبیدن، و بهره برداری، داخل آن ها آرماتور بندی (میلگردگذاری) می شود. این سپرها دارای عرض ۵۰۰ تا ۸۰۰ میلیمتر و ضخامت ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلیمتر در مقطع می باشند.

سپرهای فولادی آمریکایی دارای ضخامت ۱۰ تا ۱۳ میلیمتر می باشند. سپرهای اروپایی، نـازکتر و عریضـتر هسـتند. نیمرخ سپرهای فولادی ممکن است به صورت Z، عمیق[۱]، کم عمق[۲] و تخت[۳] باشند. بـرای درزبنـدی و یکپـارچگی، لبـه هـای نیمرخ های فولادی به نحو خاصی به صورت کام و زبانه در می آیند. (شکل ۲-۲ و ۲-۳)[۲]



شکل۲-۲-اتصال سپرهای فولادی در لبه ها (الف)کام و زبانه ی توپی(ب)کام و زبانه ی انگشتی

شکل۲-۳-یک نمونه ازاتصال سپرهای فولادی

کاربرد سپرهای فولادی راحت است، زیر قادر به مقاومت در مقابل تنش های قابل توجهی در حین کوبیدن می باشند. وزن آن ها نیز سبک بوده و قابل استفاده مجدد هستند. [۱]

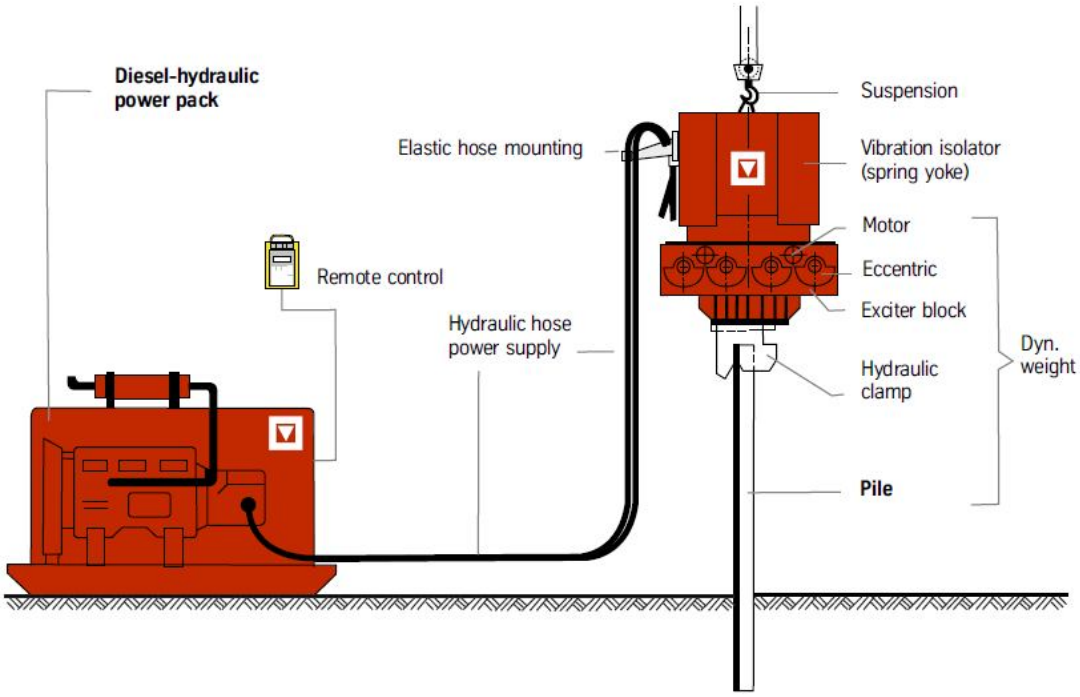
اطلاعات کامل و جامعی در باره ی انواع سپریها ،ابعاد، ویژگیها و نحوه ی طراحی و اجرای آنها در کتب مخصوص شیت پایلهـا موجود میباشد.[۳]

[۱] - deep arch
[۲] - low arch
[۳] - straight web

۲-۲-شیوه های سنتی تحلیل و طراحی شیت پایلها

۲-۲-۱ تحلیل و احداث دیوارهای حایل با سپرکوبی

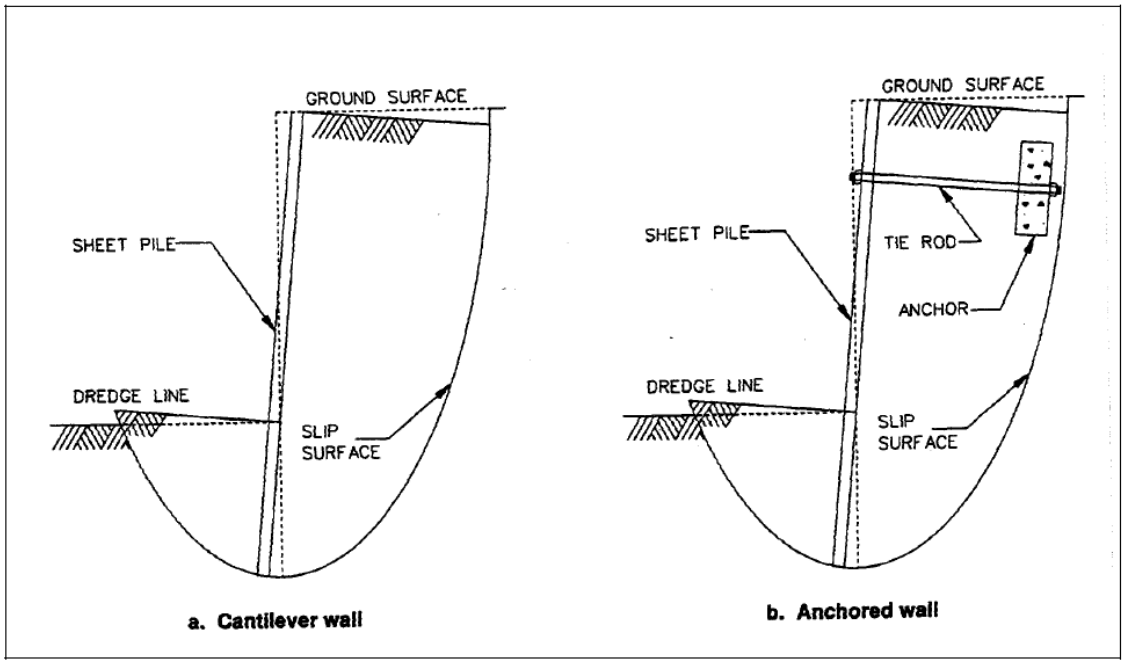
دیوارهای حایل احداث شده با سپرکوبی به دو دسته ی اصلی (الف) سپرهای طره ای[۱]، (ب) سپرهای مهار شده[۲] تقسیم می شوند. احداث دیوارهای حایل با سپرکوبی به دو طریق می تواند انجام شود. در روش اول سپرها در سمت آب کوبیده شده و پشت آن خاکریز می شود و در روش دوم، سپرها در سمت خاک کوبیده شده و جلوی آن لایروبی می شود. در هر حال، خاک مورد استفاده برای خاکریز پشت دیوار، معمولاً دانه ای است. خاکی که ریشه ی سپر در آن کوبیده شده، ممکن است ماسه ای و یا رسی باشد.تراز زمین در جلوی دیوار (سمت آب)، به تراز یا خط لایروبی[۳] معروف است. [۱]
برای احداث سپریها از شیوه های گوناگونی همچون لرزشی و کوبشی استفاده میشود.یک نمونه از دستگاهها در شکل (۲-۴)مشاهده میگردد.



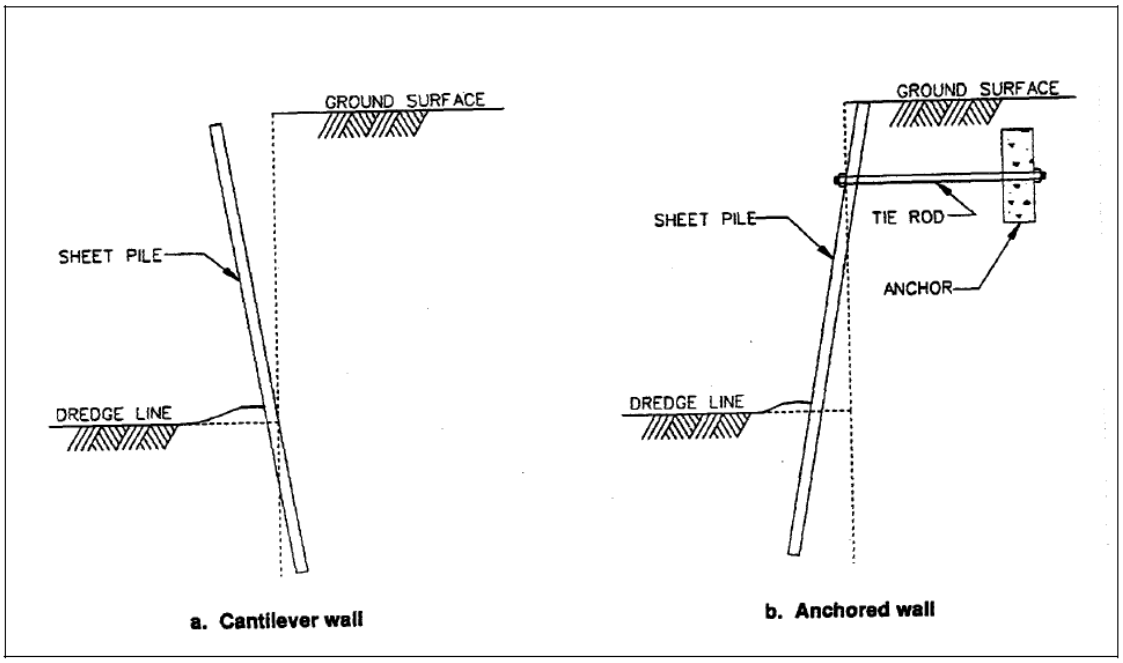
شکل۲-٤-اجرای شیت پایل به روش لرزه ای

سپریها بر حسب نیروهای وارده در یکی از شرایط زیر دچار شکست میشوند:-شکست عمیق-شکست دورانی به دلیل کم بودن نفوذ شیت پایل در خاک- سایر انواع شکست مثل جاری شدن پشت بندها یا شکست خمشی خود شیت پایل. در شکلهای (۲-۵)،(۲-۶) و (۲-۷) انواع شکست نمایش داده شده است.[۲]

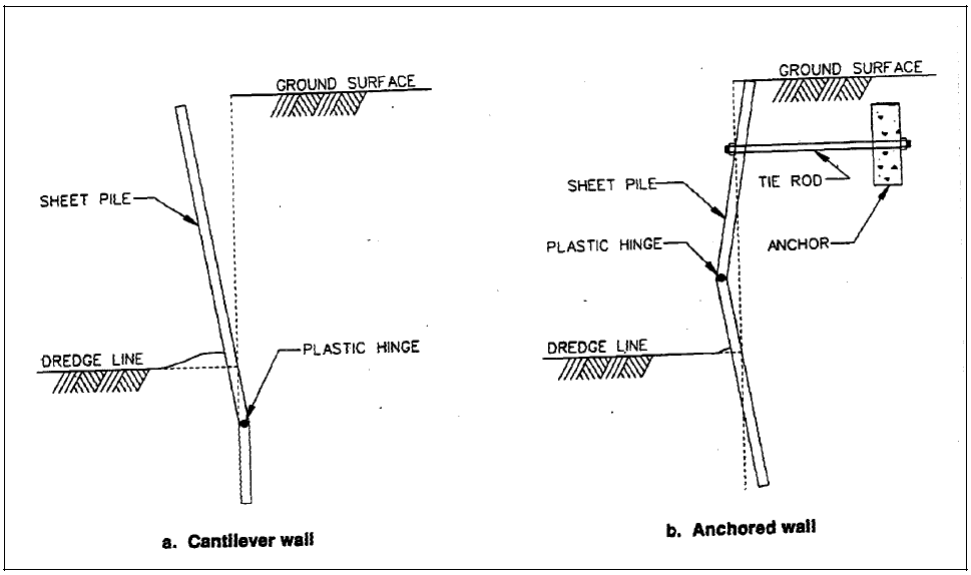
[۱] - cantilever sheet pile wall
[۲] - anchored sheet pile wall
[۳] - mud or dredge line



شکل۲-۵-خرابی سپری با شکست عمیق(الف) سپری طره ای(ب)سپری مهار شده



شکل۲-۵-خرابی سپری با شکست دورانی(الف) سپری طره ای(ب)سپری مهار شده

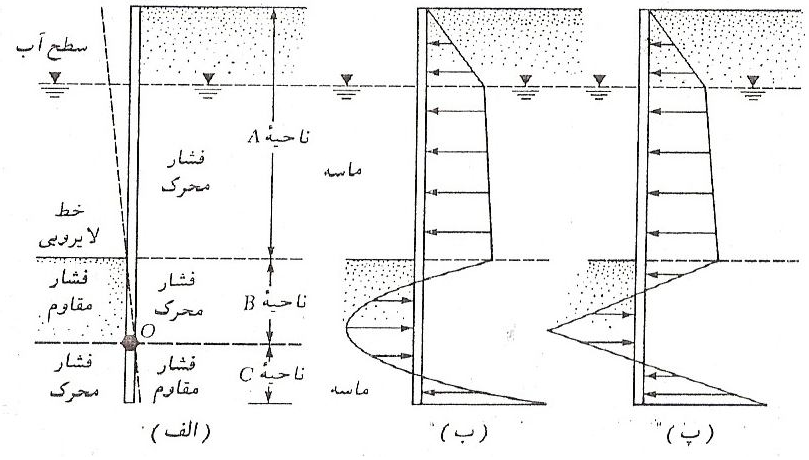


شکل۲-۷-خرابی سپری با شکست خمشی سپری(الف) سپری طره ای(ب)سپری مهار شده

۲-۲-۱-۱ سپرهای طره ای

سپرهای طره ای برای ارتفاعات متوسط، حدود ۶ متر یا کمتر از خط لایروبی، قابل توصیه هستند. دراین حالت رفتار دیوار به صورت یک تیر طره ای است. [۴]

شکل ۲-۳ نشان دهنده رفتار و تغییر شکل جانبی یک سپر کوبیده شده به لایه ماسه ای در زیر خط لایروبی است. به کمک این شکل می توان توزیع فشار جانبی خالص خاک را به روی سپرهای طره ای شرح داد. دیوار در حول نقطه o دوران می نماید. از آن جایی که در تمام ارتفاع سپر، فشارهای هیدرواستاتیک از دو طرف یکدیگر را خنثی می کنند، فقط فشار مؤثر خاک مورد توجه قرار خواهد گرفت. در ناحیه A، تنها فشار جانبی موجود، فشار محرک سمت خاکریز است. در ناحیه B به علت تغییر شکل جانبی سپر، از سمت خاک فشار محرک، و از خاک سمت آب، فشار مقاوم وجود خواهد داشت. در ناحیه C که در زیر نقطه دوران قرار دارد: شرایط عکس می شود. توزیع و فشار خالص واقعی در روی سپر مشابه شکل ۲-۸- پ ساده می شود. [۱]



شکل۲-۸- سپر طره ای کوبیده شده در ماسه